Nr 4. Warszawa, 5 kwietnia 1927 r. Rok V.

TECHNIKA CIEPLNA

Organ Stowarzyszenia Dozoru Kotłów w Warszawie.

Redaktor: Inż. techn. **JAN KOMARNICKI.**

Wydawca: **Stowarzyszenie Dozoru Kotłów w Warszawie.**

ULEPSZENIA PRZEMYSŁOWYCH INSTALACYJ ENERGETYCZNYCH.

Nie tak jeszcze dawno rozprawiano o możliwości wytwarzania 1 KM. kosztem 0,45 kg. węgla na godzinę.

Obecnie cały szereg wielkich elektrowni zagranicznych wytwarza nie 1 KM. lecz 1 kWh. kosztem 3500 kcal.

Elektrownie te zaopatrzone są w najlepsze i najnowsze aparaty i urządzenia.

Znamy również szereg zakładów przemysłowych, które zainstalowały u siebie spółczesne urządzenia i w osiągniętych oszczędnościach znalazły całkowite usprawiedliwienie poniesionych wydatków.

Zakłady te przestały jednocześnie być, bezwiednymi może, sprawcami szkodliwego i zupełnie zbędnego marnowania bogactw naturalnych kraju.

Znaczna jednak większość przedsiębiorstw przemysłowych pracuje dotąd z bardzo niską sprawnością, unika inteligentnego kierownictwa, posługuje się przestarzałemi urządzeniami, których działaniem zupełnie się nie interesuje. Brak aparatów mierniczych oświetlających i rejestrujących poszczególne zjawiska pozbawia kierownictwo takich zakładów możności racjonalnego wykonywania swych obowiązków, nie pobudza ambicji personelu wykonawczego i utrudnia pracę pracownikom administracyjnym.

Rzeczoznawcy ustalili, że przeciętna sprawność kotłów nie przewyższa 56%. Przy umiejętnem kierownictwie, bez żadnych wydatków materjalnych możnaby bez najmniejszego trudu podnieść sprawność kotłów do 70%. Przy zastosowaniu odpowiedniej aparatury możnaby ją doprowadzić nawet w mniejszych zakładach do 80%.

Na zakłady przemysłowe przypada około 35% węgla wydobywanego w kraju.

Roczna produkcja węgla w 1926 r. wyniosła 35.700.000 ton.

Gdyby przemysł zużywający około $^1/_3$ tej produkcji potrafił zaoszczędzić $^1/_5$ tego co zużywa, stanowiłoby to przeszło 2 miljony ton rocznie.

Ile węgla spalacie w waszych zakładach niepotrzebnie?

Inż. Z. KLĘBOWSKI, Kielce. Inż. Stow. Doz. Kotł. w Warszawie.

DROGA DO RACJONALNYCH NORM DLA WYOBLONYCH DENNIC KOTŁÓW PŁOMIENICOWYCH.

por. *Technika Cieplna*, 1927, str. 37.

W celu rozwiązania zagadnienia nieco złożonego czynimy założenia upraszczające lub też odgadujemy wartość niektórych z sześciu odkształceń składowych, a mianowicie wydłużeń jednostkowych: e_x, e_y, e_z, i przesunięć jednostkowych: g_{yz}, g_{zx}, g_{xy}, to jest przyrostów ujemnych kąta prostego między kierunkami: *yz*, *zx*, *xy*, po odkształceniu, pozostałe zaś dowolnie oznaczamy tak, aby spełniały warunek równowagi i czyniły zadość warunkowi jednoczesności tych odkształceń składowych. [1])

W taki sposób można otrzymać układ równań cząstkowych prostszych i łatwiejszych do rozwiązania.

Takie jednak uproszczenia i dowolności nie mogą pozostać bez znacznego wpływu, w trudniejszych wypadkach, na dokładność otrzymanego rozwiązania.

Interesujące nas zagadnienie polega na określeniu naprężeń, a następnie wytężania w wyobleniu dennicy kotłów płomienicowych.

Jeżelibyśmy, to już konkretne zagadnienie dennicy z płomienicami chcieli traktować jako zasadnicze zagadnienie typu I, to do wyżej wymienionych dowolności doszłyby jeszcze hipotezy co do wielkości sił wewnętrznych, działających na dennice, które zgóry nie są nam wiadome i jak było na początku powiedziane zależne są od wielu czynników. Należy podkreślić, iż nie mamy należytych podstaw do czynienia w tym wypadku mniej lub więcej trafnych hipotez.

Rozwiązanie tą drogą zagadnienia, dałoby nam niewątpliwie rezultaty bardzo dalekie od rzeczywistości, a więc praktycznie bezwartościowe.

Rozważmy bliżej zagadnienie II-go typu i zbadajmy czy naszego zadania dennicy z płomienicami nie możnaby doń sprowadzić pod warunkiem otrzymania rezultatów praktycznie zadawalniających.

Powtarzamy — zagadnienie typu II polega na zadaniu następującem:

Z danego kształtu ciała przed odkształceniem i danych funkcyj zmian *u*, *v*, *w*, t. j. posunięć bezwzględnych punktu o współrzędnych: *x*, *y*, *z*, oznaczyć układ sił zewnętrznych.

Przy rozwiązywaniu zagadnienia tego typu nie napotykamy trudności właściwych zagadnieniom typu I.

A mianowicie postępujemy w następujący sposób:

I. Oznaczamy odkształcenie składowe:

e_x, e_y, e_z; — jednostkowe wydłużenia i

g_{yz}, g_{zx}, g_{xy}; — przyrosty ujemne kątów prostych między kierunkami: *yz*; *zx*; *xy*; t. j. jednostkowe przesunięcia,

w zależności od posunięć bezwzględnych: *u*, *v*, *w*, które zawsze możemy mierzyć w różnych punktach zewnętrznej powierzchni.

Odkształcenia składowe wyrażają się w funkcji posunięć bezwzględnych zapomocą następujących wzorów: (II).

$$\text{II.}\quad e_x = \frac{\partial u}{\partial x}; \quad e_y = \frac{\partial v}{\partial y}; \quad e_z = \frac{\partial w}{\partial z};$$
$$g_{yz} = \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y}; \quad g_{zx} = \frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z},$$
$$g_{xy} = \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x};$$

e_x; e_y; e_z, są to wielkości oderwane, oznaczające wydłużenie jednostkowe albo względne, t. j. wydłużenie odniesione do jednostki długości.

g_{yz} — i t. d. są to jednostkowe przesunięcia, t. j. przesunięcie względne w kierunku — *z* — przecięć, prostopadłych do kierunku *y* i t. d.

Kierunki *yz* wyznaczają płaszczyznę ścinania, przesunięcie g_{yz} stanowi miarę, powstającego podczas odkształcenia ciała, ujemnego przyrostu kąta prostego pomiędzy dawnemi kierunkami *y*, i *z*, przed odkształceniem.

Następnie, przyjmując materjał za jednolity i równozwrotnie sprężysty (izotropowy), a za taki uważamy zazwyczaj żelazo, wyznaczamy naprężenia normalne: N_x, N_y, N_z, i naprężenia tnące: T_{yz}; T_{zx}; T_{xy}, z równań III.

$$N_x = \frac{E}{1+\mu} \cdot \left[\frac{\mu\,\Theta}{1-2\mu} + e_z \right];$$
$$\text{III.}\quad N_y = \frac{E}{1+\mu} \cdot \left[\frac{\mu\,\Theta}{1-2\mu} + e_y \right];$$
$$N_z = \frac{E}{1+\mu} \cdot \left[\frac{\mu\,\Theta}{1-2\mu} + e_z \right];$$
$$T_{yz} = \frac{E}{2(1+\mu)} \cdot g_{yz}; \quad T_{zx} = \frac{E}{2(1+\mu)} \cdot g_{zx};$$
$$T_{xy} = \frac{E}{2(1+\mu)} \cdot g_{xy}; \quad \text{gdzie: } \Theta = e_x + e_y + e_z,$$

E jest spółczynnikiem sprężystości podłużnej (modułem Young'a) w kg/cm².

[1]) Teorja sprężystości. H. Jewniewicza, strona 69.

μ jest liczbą oderwaną i równą odwrotności liczby Poisson'a m; $\mu = \frac{1}{m}$, $m = e:e'$, t. j. stosunkowi wydłużenia jednostkowego podłużnego do wydłużenia (skrócenia poprzecznego). Dowodzi się iż μ musi być mniejsze od $\frac{1}{2}$, doświadczenia wykazują, że μ leży pomiędzy $\frac{1}{3}$ i $\frac{1}{4}$, a dla żelaza i stali $\mu = 0{,}3$.

Spółczynniki E i μ (lub E i m) związane są ze sobą równaniem:

$$2(1+\mu) \,.\, G = E, \text{ albo } G = \frac{mE}{2(m+1)}$$

gdzie G jest spółczynnikiem sprężystości poprzecznej w kg/cm².

Mając naprężenia normalne i tnące w funkcji spółrzędnych, wyznaczamy siły zewnętrzne, działające na masę oddzielnych cząstek przy pomocy grupy równań I.

Wreszcie, uwzględniając twierdzenie Cauchy'ego, wyrażające się równaniami IV:

$$\text{IV.} \quad T_{yz} = T_{zy} = T_x \,; \; T_{zx} = T_{xz} = T_y \,; \; T_{xy} = T_{yx} = T_z \,; \text{ a mianowicie:}$$

naprężenia tnące, prostopadle kierowane ku tej samej krawędzi prostej kostki, myślowo wydzielonej w ciele, są równe, określamy siły zewnętrzne p (obciążenie na jednostkę pola w kg/cm²) co do wielkości i kierunku, działające na oddzielne punkty powierzchni z równań równowagi dla kostki zewnętrznej, o ile taka kostka jest całkowitą kostką prostą, to stosujemy doń też same równania równowagi I co dla kostki wewnętrznej; kostka zewnętrzna może być jednak ostrosłupem o trzech wzajemnie prostopadłych ścianach i o podstawie zlewającej się z cząstką powierzchni rozpatrywanego ciała, wówczas równaniami równowagi takiej kostki są równania V.

$$\text{V.} \quad \begin{aligned} p \cos A &= N_x \cos.a + T_{yx} \cos.b + T_{zx} \cos.c \\ p \cos B &= T_{xy} \cos.a + N_y \cos.b + T_{zy} \cos.c \\ p \cos C &= T_{xz} \cos.a + T_{xz} \cos.b + N_z \cos.c \end{aligned}$$

$$\text{gdzie } \cos^2.A + \cos^2.B + \cos^2.C = 1, \text{ oraz } \cos^2.a + \cos^2.b + \cos^2.c = 1$$

p — zaś jest cząstką danego obciążenia zewnętrznego, przypadającą na zewnętrzną ścianę powierzchni kostki.

A, B, C są kątami nachylenia siły p ku osiom: ox, oy, oz, oraz: a, b, c, są kątami jakie tworzy normalna rozpatrywanego elementu powierzchni z temi osiami. W poszczególnym wypadku, kiedy jeden z kątów: a, b, lub c jest prostym, wtedy ostrosłup zamienia się w klin, a dawna trójkątna podstawa ostrosłupa, odpowiadająca rozpatrywanej cząstce powierzchni ciała, zamienia się w prostokąt — równania równowagi V zachowują moc.

Równania grupy I i równania grupy IV zostały wyprowadzone jedynie na zasadzie ogólnych warunków równowagi; równania grupy IV sprawdzają 9 niewiadomych, w układzie równań grupy I do VI, które nie mogą być rozwiązane przy pomocy wyłącznie trzech równań grupy I; teorja sprężystości, opierając się na prawie Hooke'a daje nam grupę równań III, które każdą z sześciu niewiadomych równań grupy I określają zapomocą wydłużeń jednostkowych: e_x, e_y, e_z, i przesunięć jednostkowych: g_{yz}, g_{zx}, g_{xy}, wyrażonych w grupie równań II zapomocą posunięć bezwzględnych: u, v, w, danego punktu.

Powróćmy do wyoblenia dennicy w najbardziej złożonym wypadku (z dowolną ilością) jakichkolwiek płomienic, których działania podczas pracy kotła na wyginanie wyoblenia bezpośrednio określić nie umiemy. Oznaczymy w odpowiednich punktach, zapomocą zwykłych czujników, używanych przez tokarzy przy dokładnych pracach, trzy przesunięcia: u, v, w, według prostopadłych do siebie osi, i formując z tych wielkości grupę równań II, to jest odnajdując wydłużenia jednostkowe: e_x, e_y, e_z, i przesunięcia jednostkowe: g_{yz}, g_{zx}, g_{xz}, wyrazimy naprężenie normalne: N_x, N_y, N_z, oraz naprężenia tnące: T_{yz}, T_{zx}, T_{xy}, pośrednio, wyłącznie przez wielkości u, v, w, odnalezione zapomocą czujników.

Wobec tego, iż nas interesują naprężenia wewnętrzne, a nie siły zewnętrzne, t. j. głównie nie siły jakie wywierają płomienice na dennicę, lecz naprężenia jakie one wywołują w materjale, rozwiązania zadania nie doprowadzamy do końca, lecz zadawalniamy się znalezionemi wielkościami naprężeń i korzystając z tej, z licznych teoryj wytrzymałości, która najbardziej została potwierdzona przez doświadczenia dla żelaza kotłowego, uznając taką, a nie inną wielkość za miarę wytężenia materjału w porównaniu z wytężeniem w wypadku obciążenia najprostszego, t. j. rozciągania, uważamy w takiem stadjum rozwiązanie zagadnienia za skończone.

Zwykłe czujniki, używane do precyzyjnych robót tokarskich, posiadają podziałkę na swej tarczy o odległości dwóch najbliższych kresek mniej więcej długości 2,5 milimetra; podziałka taka odpowiada posunięciu ostrza czujnika o 1 : 100 milimetra; ponieważ nawet niezbyt wprawne oko, może śmiało odczytywać $^1/_2$ milimetrowe odstępy pomiędzy kreskami jednej podziałki, to można uważać, iż zapomocą takiego zwykłego czujnika uda się odczytywać posunięcia punktów dennicy równe 1 : 500 mm.

Istnieją w sprzedaży czujniki do bardziej precyzyjnych robót o skali z ilością podziałek 10 razy większą od omawianej, a więc pozwalające odczytywać odkształcenia jeszcze znacznie mniejsze.

Wielkości: u, v, w, odczytane bezpośrednio na czujnikach, lub raczej otrzymane przez odjęcie dwóch odpowiednich odczytań w celu wyeliminowania wpływu ruchu dennicy jako całości,

przy odkształceniu się walczaka podczas doprowadzania kotła do stanu normalnej pracy, czy też wogóle do takiego stadjum, w którem odkształcenie wyoblenia dennicy badamy, odnoszą się jedynie do zewnętrznych punktów dennicy, t. j. punktów dotyku ostrza czujnika. Wielkości te: u, v, w, odnoszące się do punktów, ułożonych według wymiaru grubości blachy dennicy, dadzą się wykreślnie odnaleźć z wykonanego w dużej skali rysunku znanego zarysu dennicy i jej grubości w stanie naprężonym.

Odpowiednie różniczkowanie i odnajdywanie pochodnych zapomocą metod wykreślnych pozwoli ostatecznie odnaleźć naprężenia normalne i tnące.

Zbiór rezultatów badań różnych kotłów już pracujących i klasyfikacja tych rezultatów na oddzielne serje dałyby materjał do sądzenia o wpływach różnycn czynników na wytężenie materjału w wyobleniu i wskazówki przy budowie nowej dennicy.

Do każdej takiej serji należałoby dobierać rezultaty badań tych kotłów, z których tylko jedna charakterystyka jest zmienna, a pozostałe mniej więcej jednakowe, a przechodząc do innych seryj, grupować rezultaty, dobierając inną za każdym razem charakterystykę, uważaną poprzednio za zmienną.

Przykład:

Zgrupowanie rezultatów, otrzymanych dla szeregu dennic kotłów dwupłomienicowych o jednakowej ilości dzwon płomienicowych, łączonych pierścieniami Adamsona, które się różnią od siebie tylko promieniem wyoblenia dennicy, dałoby wytężenia materjału w wyobleniu dennicy dla danego kotła jedynie w zależności od promienia, krzywizny wyoblenia; oddzielne serje dla kotłów, o różnych innych sposobach łączenia dzwon płomienicy, pozwoliłby wykreślić wytężenie materjału w wyobleniu dennicy w zależności od promienia zaokrąglenia wyoblenia przy różnych płomienicach i t. d. Zebranie takich danych jest mozolną pracą obliczoną na czas dłuższy lecz chyba bardzo celową, jeżeli chodzi o wskazówki na przyszłość co do budowy nowych dennic kotłów płomienicowych.

Zebranie takich danych leży w granicach możności Inżynierów Doz. Kotłów i bodaj czy owa możność w tak szerokich granicach, w jakich jest potrzebna, nie jest wyłącznym ich przywilejem. *(d. n.)*

K. BENDARZEWSKI, inż. elektr. Inż. Stow. Dozoru Kotłów w Warszawie.

OŚWIETLENIE KOTŁÓW PAROWYCH PODCZAS CZYSZCZENIA.

Przy wszelkich czynnościach dotyczących kotłów parowych, a mianowicie: przy czyszczeniu ich z wewnątrz z kamienia, lub z zewnątrz, w kanałach, z sadzy, przy rewizjach inspekcyjnych, naprawach i t. d. zachodzi potrzeba sztucznego oświetlenia. Do tego celu używane są świece, lampki naftowe, lampki karbidowe i wreszcie lampki elektryczne. Rozpatrzmy wszystkie te możliwości ze stanowiska gospodarczego i technicznego.

Oświetlenie zapomocą świec należy uznać za jeden z najlepszych sposobów, ze względu na dogodność korzystania ze światła, jak i ze względu na bezpieczeństwo i higjenę pracy. Jednakże sposób ten jest zbyt kosztowny, wobec czego świece używane są przeważnie tylko przy inspekcyjnych rewizjach kotłów.

Drugi sposób oświetlenia zapomocą lampek naftowych lub olejowych, tak zwanych kopciuszków, jest najwięcej rozpowszechniony, dzięki taniości i prostocie.

Sposobu tego jednak nie można zalecać, gdyż jest on nadzwyczaj niehigjeniczny i niebezpieczny dla obsługi. Kopcący płomień lampki zatruwa powietrze i powoduje u pracujących w kotle ból głowy, przyśpieszone tętno a czasem nawet omdlenie. Wywrócenie się takiej lampki i wylanie się nafty na ubranie robotnika może spowodować silne poparzenie lub nawet śmierć. Nie zważając na to lampki tego rodzaju, jak wyżej zaznaczyliśmy, są b. często używane.

Oświetlenie kotłów zapomocą karbidowej lampki, tak zwanej „górniczej" zaczyna zdobywać sobie coraz więcej zwolenników, gdyż lampka taka daje silne światło i jest tania. Pomimo to nie można jej do robót wewnątrz koła zalecać.

Lampki karbidowe bowiem zatruwają również powietrze w kotle, wydzielając szkodliwe dla organizmu gazy, forma zaś lampek i znaczna ich waga stoją na przeszkodzie do używania światła w ciasnych zakamarkach wnętrza kotła i jego obmurza.

Przechodzimy teraz do ostatniego sposobu oświetlania kotłów, najwięcej rozpowszechnionego i zarazem najwięcej efektownego, mianowicie do elektrycznego oświetlenia.

Lampka elektryczna daje silne światło i może być używana w najmniej dostępnych zakątkach kotła, nie wydziela przykrych i niezdrowych gazów, jest nadzwyczaj łatwo przenośną i, co najważniejsza, tanią w użyciu. Jednakże konstrukcję przenośnych lamp, jakie przeważnie znajdujemy w użyciu, należy uznać za wysoce niebezpieczną i wprost niedopuszczalną.

Zwykle na urządzenie armatury przenośnej lampy, jak i na izolację przewodnika nie zwraca

się żadnej uwagi, wychodząc z założenia, że prąd 120—220 V. nie jest dla człowieka niebezpieczny. Tymczasem zastraszająca wprost ilość wypadków zarejestrowanych tak u nas, jak i zagranicą przypada właśnie na porażenia od tak zwanego „prądu niskiego napięcia". Główna przyczyna wszystkich wypadków tkwi w dużej mierze w tej właśnie błędnej nazwie „prąd niskiego napięcia" i związanem z tą nazwą pojęciem o zupełnej nieszkodliwości takiego prądu dla życia ludzkiego. To zaś prowadzi do zaniechania wszelkich środków bezpieczeństwa.

Postaramy się wyjaśnić w jaki sposób mógł powstać podobny błąd.

Na podstawie zbyt powierzchownych założeń i braku statystyki w zaraniu rozwoju elektrotechniki ustalone zostało, że poniżej maksymalnego napięcia 250 V. w stosunku do ziemi, prąd elektryczny nie przedstawia niebezpieczeństwa dla życia ludzkiego.

Istotnie na początku, gdy instalacje elektryczne nie były tak rozpowszechnione, wypadki porażenia prądem zachodziły w normalnych warunkach przeważnie przy nieostrożnem dotknięciu do przewodników napowietrznych, szyn tablicy rozdzielczej lub części maszyn w elektrowni, niepowodując żadnych tragicznych skutków. Stąd powstało pojęcie o mierzeniu niebezpieczeństwa prądu wielkością jego napięcia, przyjmując tem samem we wzorze *Oma* — $J = \frac{E}{R}$ że R — jest to mniej więcej stała wielkość całkowitego oporu ciała.

W miarę jednak rozwoju i rozpowszechnienia urządzeń elektrycznych zjawiły się wypadki, przeczące temu założeniu. Zrewidowano wówczas uzależnienie niebezpieczeństwa prądu od wysokości napięcia i wprowadzono pojęcie „niebezpiecznego natężenia prądu", czyli została ustalona minimalna wielkość natężenia niebezpiecznego dla życia człowieka ($J \simeq 0{,}01$).

Po ustaleniu wielkości niebezpiecznego natężenia (J min $=$ cnst) i przyjąwszy pod uwagę, że przy jednakowem napięciu (E) obserwujemy niejednakowe skutki porażeń prądem okazało się, że opór ciała R jest wielkością zmienną. Poprzednio nie rozpatrywano mianowicie z jakich właściwie elementów składa się opór R. Składa się on z oporu w miejscu styku ciała ludzkiego z kontaktami (lub z ziemią): r_1 i r_2 i z właściwego oporu ciała R (około 5000 ohmów). Opór R jest istotnie wielkością mniej więcej stałą, opory zaś r_1 i r_2 są wielkościami zmiennemi w granicach od ∞ do 0. Wobec tego natężenie przepływającego przez organizm prądu przy jednakowem napięciu zależy całkowicie od wzmiankowanych oporów. Najmniejsze napięcie prądu, które już może być niebezpiecznem otrzymamy z wzoru:

$$E = JR = J\,(R_1 + r_1 + r_2)$$

przy $r_1 + r_2 = 0$; czyli, z wzoru $E = JR_1$

Napięcie prądu nie będzie określone zupełnie dokładnie, gdyż opór ciała R_1 i dopuszczalne minimum natężenia prądu J nie są wielkościami całkowicie ustalonemi i różnią się czasem w poszczególnych wypadkach. Dużo zależy od ogólnego stanu zdrowia człowieka i naprzykład dla osobnika z chorem sercem niebezpieczne natężenie J jest znacznie niższe. Taki człowiek jest daleko wrażliwszy na porażenie prądem.

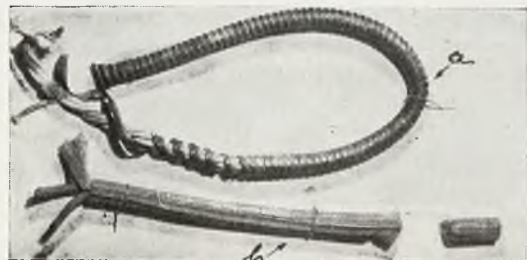
Zachodzi również różnica w działaniu prądu stałego i zmiennego, a przy prądzie zmiennym wielką rolę odgrywa jeszcze częstotliwość prądu. Im większą jest częstotliwość prądu tem prąd jest mniej niebezpieczny. W naszym wypadku



Rys. 1.

mamy na myśli prądy techniczne o 50 okresach na sek.

Otóż niebezpieczeństwo porażenia prądem elektrycznym zależne jest w przeważnej mierze od oporów r_1 i r_2 tj. przejściowego oporu w miejscach stykania się ciała ze źródłem elektrycznej energji. Jeżeli człowiek w normalnych warunkach dotknie suchą ręką przewodnika (r_1) stojąc w obuwiu na podłodze lub ziemi (r_2), opory r_1



Rys. 2.

i r_2 będą wielkościami o tyle znacznemi, że prąd o napięciu do 250 V w stosunku do ziemi nie powoduje poważniejszego niebezpieczeństwa, czyli przez ciało człowieka nie będzie przechodzić prąd grożący porażeniem. Na podstawie takich właśnie wypadków została ustalona granica niebezpiecznego napięcia. Zupełnie inny efekt otrzymamy jednak w warunkach pracy przy oczyszczaniu kotła parowego.

Robotnik przeważnie obnażony, zalany potem od gorąca i wytężonej pracy fizycznej, trzyma

wilgotną ręką przenośną lampkę o słabej izolacji ($r_1 = 0$), siedząc jednocześnie na blasze kotła dobrze dzięki rurociągom i fundamentowi uziemionego, ($r_2 = 0$), zachodzi tu właśnie wypadek, gdy opory $r_1 + r_2 = 0$.

Wówczas prąd o napięciu 110 *V* a w stosunku do ziemi mniej więcej 55 volt powoduje śmiertelne porażenie, gdyż przez ciało przechodzi prąd o natężeniu $J = 0{,}01$ lub większem.

Ilość podobnych wypadków tak u nas, jak i zagranicą stale się zwiększa.

Na podstawie powyższego dotychczasowe przepisy bezpieczeństwa przy stosowaniu prądu elektrycznego należy zrewidować i albo zmienić, albo uzupełnić specjalnemi przepisami, co do stosowania urządzeń elektrycznych w podobnych wypadkach, jak obsługa kotłów parowych.

W wielu krajach takie uzupełniające przepisy już zostały wydane. U nas zaś niektóre tylko poważniejsze przedsiębiorstwa dobrowolnie zaczęły stosować u siebie przenośne lampki w specjalnej oprawie i opancerzone przewodniki o dobrej izolacji, a przy zmiennym prądzie ponadto i transformatory, obniżające napięcie z 110 *V* lub 220 *V* do 30 *V* i oczywiście odpowiednie lampki.

Na rys. 1, widzimy taką specjalną przenośną lampkę, którą należy uznać za najlepsze rozwiązanie tej kwestji, tak pod względem bezpieczeństwa, jak i dogodności w użyciu.

Rysunek 2, podaje konstrukcje przewodników z których można zalecać typ *b* w gumowem opancerzeniu, jako bardzo praktyczny i typ *c* (rys. 1) jeszcze więcej zabepieczony od uszkodzeń. Opancerzenie przewodnika przy pracy w kotle powinno być dodatkowo uziemione.

Na rysunku 1 widzimy także transformator obniżający napięcie zmiennego prądu z 110 *V* do 30 *V* — do napięcia, które w opisanym wypadku może beć uważane za bezpieczne.

Transformatory takie, jak również i specjalne lampy przenośne z przewodami należy wszędzie stosować i zalecać.

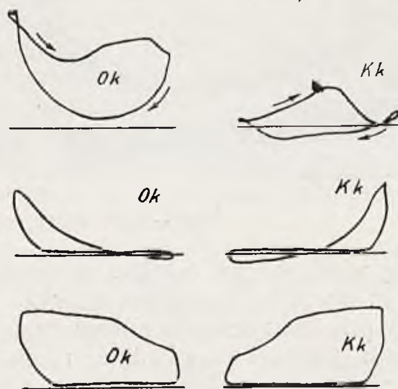
Z CODZIENNEJ PRAKTYKI.

St. Ch. i Z. K.

1. Ciekawy wypadek usunięcia uderzeń w mechaniźmie korbowym silnika parowego.

W pewnej gorzelni badano rozrząd pary silnika parowego, jednocylindrowego o mocy nominalnej 20 KM, pracującego na parę nasyconą o ciśnieniu 6 at. Rozrząd pary składa się z podwójnego suwaka płaskiego. Napełnienie reguluje regulator kulowy przez działanie na suwak ekspansyjny.

Przed przystąpieniem do badań silnik wykonywał pracę spokojnie bez widocznych nieprawidłowości w działaniu mechanizmu. Nie zauważono ani uderzeń w mechaniźmie, ani nierównego



Rys. 1—3.

biegu silnika. Działania regulatora nie można było sprawdzić z powodu nieznacznych zmian obciążenia silnika. Właściciel silnika skarżył się tylko, iż silnik zużywa zbyt wiele pary.

Zdjęte wykresy indikatora przed wyregulowaniem przedstawiają rys. 1 a i 1 b. Wykresy te wskazują na zupełnie nieprawidłowy rozrząd pary.

Po wyregulowaniu rozrządu, zdjęto wykresy indikatora 2 a i 2 b, oraz 3 a i 3 b przy sztucznie zmienianem obciążeniu silnika zapomocą hamulca.

Wykresy te 2 a i 2 b, oraz 3 a i 3 b wskazują na prawidłowe wyregulowanie rozrządu pary i na prawidłowe działanie regulatora. Jednak przy takim stanie rozrządu pary, jaskrawo zaznaczyły się niepokojące silne uderzenia w mechaniźmie korbowym.

Po dokładnem zbadaniu stwierdzono, że uderzenia te występują w panwi czopa wodzika, a nie w panwi korbowej ani w płozach wodzika.

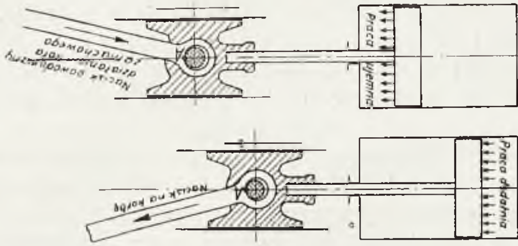
Zupełnie spokojną (bez uderzeń) pracę silnika przy prawidłowym rozrządzie pary uzyskano dopiero po usunięciu nadmiernego luzu w panwi czopa wodzika?

Co było przyczyną braku uderzeń w mechaniźmie korbowym przy pierwotnym nieprawidłowym rozrządzie pary, pomimo znacznego luzu w panwi wodzika?

Za przyczynę powyższego należy uważać okoliczność, że tylko strona odkorbowa wykonywała pracę dodatnią, strona, zaś, kukorbowa— pracę ujemną i że ponadto po stronie odkorbowej początek wylotu pary odbywał się przy znacznem ciśnieniu, — wobec czego, czop wodzika naciskał panew korbowodu stale z jednej strony w punkcie *A* (rys. 4a), a przy przejściu przez martwy punkt kukorbowy, ruch tłoka odbywał się dzięki działaniu ciężkiego koła zama-

chowego bez zmiany miejsca zetknięcia czopa wodzika z odpowiednią panwią korbowodu w punkcie A (rys. 4b).

Badania personelu, obsługującego silnik, wyjaśniły, że po ostatnim remoncie silnika i uruchomieniu go, zaznaczyły się znaczne uderzenia w silniku. Przypuszczano, iż przyczyną ich jest luz między czopem korbowym a panwią korbowodu, jednakże silniejsze dociskanie tej panwi powodowało zbytnie rozgrzewanie się jej i czopa korbowego. Wobec tego, nie szukając już dalej wad w mechaniźmie korbowym, zaczęto naoślep zmieniać rozrząd pary i po długim szeregu prób, nieświadomie znaleziono taki rozkład pracy, (rys. 1a i 1b), który całkowicie usunął uderzenia, powodując jednak nadmierny rozchód pary.



Rys. 4 a, 4 b.

2. Zanieczyszczenie opłomek.

Załączona poniżej fotografja przekroju opłomki zarośniętej kamieniem kotłowym nie wymaga szczegółowych objaśnień o zaniedbaniu kotła.



Rys. 1.

Ograniczamy się do zaznaczenia, że opłomka została wyjęta z kotła syst. „Babcock i Wilcox", zbudowanego w 1914 r. w Oberhausen; prężność robocza kotła 16 at. Ze względu na turbinę kocioł pracował przy ciśnieniu 12 at. Powierzchnia ogrzewalna kotła 273 m². Średnica opłomki 94.5/102 *mm.*

Ostatnie czyszczenie kotła przy którem wycięto omawianą opłomkę, trwało prawie cztery miesiące. Górne dwa rzędy opłomek wyczyścić nie było możności, właściciel kotła zmuszony był je wymienić. Sfotografowany kawałek opłomki pochodzi z górnego rzędu. Ustawione obok niego dwa kawałki kamienia kotłowego pochodzą z opłomek, umieszczonych w niższych szeregach.

Podczas pracy kocioł był dość często szlamowany, a czyszczony był w czerwcu 1922 r.*), w grudniu 1923 r. (próba wodna), w czerwcu 1925*), w maju 1926 r.*) i ostatnio przed ostatnią rewizją wewnętrzną w ciągu października, listopada i grudnia 1926 r. i stycznia 1927 r., przerwy między dwoma czyszczeniami wynoszą do $1^1/_2$ roku. Dla bliżej przytem nieznanych powodów górne dwa rzędy opłomek nie były czyszczone od r. 1923.

Chociaż właściciel kotła stale uskarżał się na wygórowane wymagania Dozoru Kotłów i uważał je za szykany, nie ulega żadnej wątpliwości, że czyszczenia opłomek dokonywano niedbale w zbyt i wielkich odstępach czasu. Podkreślić przytem należy lekkomyślność polegającą na zaniedbaniu czyszczenia opłomek górnych szeregów w których w związku z właściwościami obiegu wody w kotłach typu Babcock & Wilcox zbierają się niejednokrotnie znaczne ilości osadów. *M. D.*

3. Wzmocnienie łopaty do węgla.

Na podanym rysunku (rys. 1) widzimy bardzo proste i celowe usztywnienie łopaty zapomocą napojonych na dolnej jej powierzchni dwóch



Rys. 1.

pasków z $^1/_4$" żelaza. Tak wzmocniona łopata pracować może znacznie dłużej. Mamy tu przykład bardzo prostego i celowego zastosowania spawania metali.

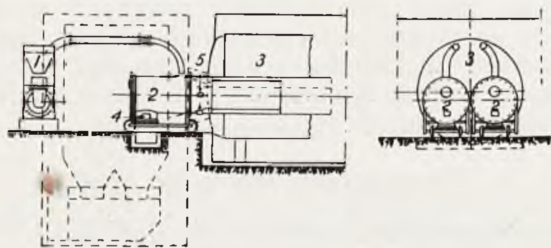
*) Czyszczenie kotła odbywało się bez kontroli Dozoru Kotłowego.

KRONIKA TECHNICZNA.

I. PALENISKO NA PYŁ WĘGLOWY.

Nieliczne jedynie instalacje cieplne, zasobne w dostateczne kapitały i posiadające odpowiednie miejsce w swych centralach parowych, mają możność wybudowania na sposób amerykański wielkich instalacyj do fabrykacji pyłu węglowego na dużą skalę. Istnieje we wszystkich krajach cały szereg instalacyj cieplnych o średniej lub małej mocy, o opalaniu ręcznem lub mechanicznem, w których byłoby rzeczą bardzo pożądaną podnieść wydajność cieplną, lub dać możność użytkowania gorszych gatunków węgla. Jednakże w wymienionych instalacjach nie może być mowy o wybudowaniu współczesnych urządzeń na pył węglowy, lub przerabianiu starych urządzeń bądź przez podwyższanie kotłów, w celu uzyskania miejsca na komorę spalania, bądź też przez zamianę kotłów na nowe, zastosowane do spalania pyłu węglowego.

Urządzenie opisane poniżej (rys. 1) rozwiązuje to zagadnienie i daje możnosc opalania pyłem węglowym



Rys. 1.

istniejących instalacyj cieplnych kosztem niewielkich nakładów inwestycyjnych.

Rozpylanie węgla odbywa się w specjalnym aparacie „Forplex"(1). Aparat posiada wentylator do transportowania pyłu węglowego wraz z odpowiednią ilością powietrza do przedpaleniska (2). Przedpalenisko składa się z generatora, w którym pył węglowy zamienia się na gaz i może być spalony w palenisku o stosunkowo małych rozmiarach. Do paleniska dochodzi dodatkowe powietrze przez otwory (5) starannie na ten cel dobrane.

Po zastosowaniu tego sposobu do kotła o dwóch płomienicach (typ ów uważany jest za najmniej nadający się na pył węglowy) otrzymano 76% sprawności instalacji na opale gorszego gatunku o wartości opałowej 6300 ciepł. i o temperaturze wody zasilającej 13^0 C bez ekonomizera.

Węgiel zostaje zmielony w aparacie Forplex. Aparat ów jest zaopatrzony w urządzenie dające możność regulacji stopnia rozdrobnienia paliwa, a więc przystosowania aparatu do najlepszych warunków pracy w stosunku do używanego gatunku węgla i utrzymania go w tych warunkach pomimo zużywania się pewnych organów lub części młynka.

Młyn węglowy składa się z łamacza połączonego z sortownikiem o podwójnym obiegu powietrza, co właśnie stanowi o dokładnej regulacji stopnia rozdrobnienia węgla Opał sproszkowany w łamaczu pędzony jest zapomocą wentylatora do rynny spłaszczonej, skąd wychodzi cienką warstwą z określoną prędkością i w stałym kierunku. Wychodzącą przez wymienioną rynnę warstwę opału spotyka na całej jej długości drugi prąd powietrza, którego szybkość można regulować.

Oba prądy powietrza spotykają się w komorze, zaopatrzonej w górnej swej części w klapę do regulacji i połączonej w dolnej części z łamaczem w celu odprowadzania tam cząsteczek niedostatecznie sproszkowanego węgla.

Klapa do regulacji znajduje się na przewodzie dodatkowego wentylatora. Przewód ten jest ze swej strony również zaopatrzony w zasuwę regulacyjną.

Pod działaniem dodatkowego prądu powietrza warstwa rozdrobnionego opału zostaje mniej lub więcej w zależności od swej wagi gatunkowej odchylona; lżejsze cząsteczki, pochwycone przez dodatkowy prąd powietrza, wessane zostają przez klapę pod działaniem dodatkowego wentylatora do przedpaleniska, inne natomiast cięższe spadają na dół i dostają się z powrotem do łamacza. W ten sposób mamy możność regulowania stopnia rozdrobnienia węgla w szerokich granicach.

Węgiel sproszkowany wychodzi z sortownika w stanie zawieszenia wraz z niezbędną ilością powietrza i odprowadzany jest do generatorów (2).

Generatory te składają się z cylindrów żelaznych, zaopatrzonych wewnątrz w ogniotrwałe pokrycie i ustawione są w ten sposób, że pył węglowy wchodzący do tylnej części generatora przez specjalne dysze otrzymuje ruch wirowy, który go miesza z powietrzem i przyśpiesza odgazowanie o ile ścianki generatora są dostatecznie nagrzane. Zapalanie odbywa się zapomocą drzewa, bądź w inny sposób.

Otrzymany gaz wychodząc z generatora, łączy się z powietrzem wtórnem (5) i zostaje wprowadzony bezpośrednio do paleniska (3), gdzie spala się do reszty. Palenisko musi być pokryte cegłą ogniotrwałą do 1,5 m. długości. Objętość komory do odgazowania i części paleniska pokrytego cegłą ogniotrwałą przyjmować należy w stosunku 1 m^3 na 100 kg węgla spalanego w ciągu 1 godziny.

Doświadczenia wykazały, że przy nowem urządzeniu otrzymano o 2% mniej części niespalonych w stosunku do spalanego węgla, oraz 14 do 15% CO_2 bez śladów CO, co dowodzi, ze pomimo zwężenia paleniska, spalanie jest lepsze. Otrzymujemy również mniejsze zużycie cegły ogniotrwałej, niż w zwykłych komorach spalania.

Cała instalacja znajduje się na poziomie kotłowni i zajmuje nie więcej miejsca, niż go potrzeba dla palacza w normalnych warunkach.

Tego samego typu aparaty można ustawiać również przy kotłach wodnorurkowych, przytoczyliśmy jednak przykład z kotłem płomienicowym, co należy uważać za wypadek trudniejszy do urzeczywistnienia.

W celu odżużlania paleniska, popiół usuwany jest przez otwory w generatorze do tego przeznaczone. Wystarcza przedmuchanie generatora parą.

Straty cieplne powstałe z promieniowania i pochłaniania ciepła przez obmurze są znacznie mniejsze niż w zwykłych komorach spalania, biorąc pod uwagę dużą ich pojemność i wielką masę.

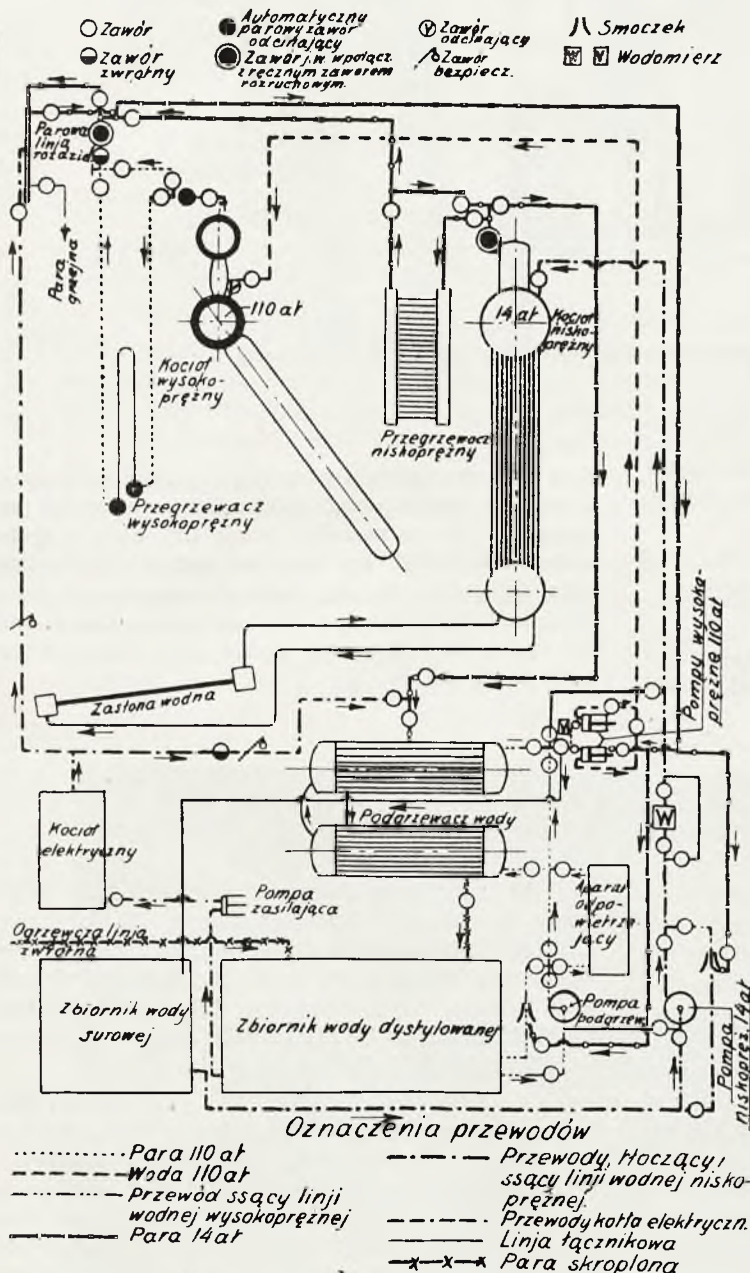
Daje się to najwięcej zauważyć w instalacjach pracujących 8 lub 16 godzin na dobę.

(wg. Chaleur et Industrie 1926). *W. S.*

2. INSTALACJA PAROWA NA WYSOKIE CIŚNIENIE.

Firma B-ci Sulzer w Winterthur wykończyła niedawno instalację doświadczalną na 110 at.

Aby możliwie zmniejszyć wielkość kosztownej powierzchni ogrzewalnej wysokoprężnej, zwłaszcza w obrębie niskich temperatur spalin, gdzie przewodnictwo jest znacznie mniejsze, podzielono instalację kotłową na dwie części — wysokoprężną (110 at) i niskoprężną (14 at) i zastosowano zasadę wysokiego podgrzewania wody zasilającej część wysokoprężną parą niskiego ciśnienia. (rys. 1). Obieg wody



Rys. 1.

jest następujący: kondensaty części niskoprężnej zbiera się w zbiorniku, do którego dodaje się wodę wodociągową, oczyszczoną w oczyszczaczu budowy Sulzera (woda przed oczyszczeniem posiada 18,4° twardości w/g skali niemieckiej). Ze zbiornika pompa przetłacza wodę do kotła 14 at ciśnienia. Część pary wytworzonej w tym kotle płynie do podgrzewacza powierzchniowego, skąd po skondensowaniu się, spływa do zbiornika kondensatów wysokiego ciśnienia, stanowiąc t. zw. wodę dodatkową. Pompa odśrodkowa podaje wodę ze zbiornika kondensatów wysokiego ciśnienia pod ciśnieniem 16 at do wymienionego wyżej podgrzewacza powierzchniowego, gdzie ogrzewa się do 190°C kosztem ciepła, zawartego w parze o ciśnieniu 14 at. Trzecia pompa odśrodkowa z podgrzewacza przetłacza wodę o temperaturze 190°C pod ciśnieniem 120 at do kotła wysokoprężnego. Parę wytworzoną w części wysokoprężnej zużytkowuje się po odpowiedniem zredukowaniu ciśnienia dla celów ruchu lub ogrzewniczych a następnie kondensaty zbiera się w zbiorniku kondensatów wysokiego ciśnienia; toż samo zachodzi z nadmiarem pary niskiego ciśnienia.

Co do budowy kocioł składa się z dwóch kotłów o stromych opłomkach; (rys. 2) z tych przedni na 110 at opowierzchni ogrzewalnej 46 m² posiada 1 walczak poprzeczny oraz 1 zbiornik parowy; kocioł tylny na 14 at i pow. ogrzew. 115 m² posiada 2 zbiorniki z płytami Garbe oraz kołpak.

Każdy z kotłów posiada osobny przegrzewacz. Przegrzewacz wysokiego ciśnienia o pow. ogrzew. 8 m², umieszczony w przedniej ścianie obmurza, odbiera ciepło przez promieniowanie; przegrzewacz niskiego ciśnienia o pow. 40 m² jest normalnym przegrzewaczem wyłączalnym.

Temperatura przegrzania wynosi 375° C w pierwszym przegrzewaczu, 350°C w drugim.

Walczak wysokiego ciśnienia, kuty z jednego bloka z zaciąganemi denkami, dostarczyła firma Krupp.

Średnica wewnętrzna walczaka wynosi 900 mm, grubość ścianki cylindrycznej części 73 mm i 117 mm przy włazie, długość 4260 mm, ciężar 8600 kg. Jako materjału użyto specjalnej stali niklowej z 5% zawartością niklu o wytrzymałości 48 — 58 kg/mm² i granicy plastyczności — 35 kg/mm² przy 20°C.

Zbiornik pary jest również bez szwu i z tego samego materjału; średnica wewnętrzna 700 mm, grubość ścianki 53 mm, przy włazie 85 mm, długość 3000 mm, ciężar 3400 kg. Zbiornik pary połączony jest z walczakiem zawalcowanemi rurkami.

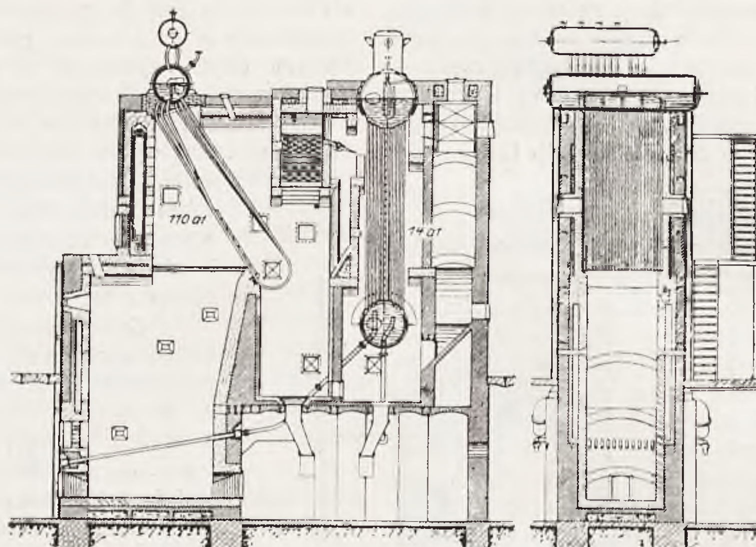
Rurki wodne, w ilości 24 sztuk, o średnicy zewnętrznej 60 mm i 7 m grubości ścianki, mają średnią długość 12,8 mm i obu końcami są zawalcowane w ściance górnego walczaka; są to rurki Mannesmanowskie bez szwu, walcowane na gorąco, o wytrzymałości materjału 38 do 45 kg/mm² przy wydłużaniu 20%. Rurki były próbowvne na 200 at ciśnienia wodnego. Również z tego samego materjału wykonano rurki przegrzewacza wysokiego ciśnienia o średnicy zewn. 32 mm, grubości ścianki 35 mm.

Materjał części niskoprężnej kotła, nie odbiega od materjałów normalnie stosowanych.

Instalacja zaopatrzona jest w podgrzewacz powietrza, mieszczący się za kotłem niskoprężnym i wentylator ssący; opalana jest pyłem węglowym. Komora ogniowa liczy

42 m³ objętości, w dole zaś posiada ruszt wodny, zapobiegający spiekaniu się szlaki.

Ciekawe będą wyniki jakie da powyższa instalacja w ruchu; można bowiem mieć obawy co do złego krążenia wody, a więc szybkiego przepalania się rurek, jak również, co do silnego falowania wody, w razie osiągnięcia właściwej cyrkulacji.



Rys. 2.

(w/g *V. D. I. i Mech. Engineering* 1927). *W.*

INSTALACJA KOTŁÓW WYSOKOPRĘŻNYCH W CZECHO-SŁOWACJI.

Para pod ciśnieniem 120 at i przy temperaturze od 450 do 500° C. ma znaleźć zastosowanie w nowej siłowni 18,000 kWh, obsługującej Witkowickie kopalnie węgla w Morawskiej Ostrawie. Ustawiane kotłysą syst. Dr. Löfflera (por. *Technika Cieplna*, 1926 str. 50). Para zostaje w nich wytwarzana w nieogrzewanym walczaku pod wpływem wymuszonego obiegu pary przegrzanej, pochodzącej z osobnego, zaopatrzonego w samodzielne palenisko przegrzewacza. Stacja posiadać będzie trzy kotły o ogólnej wydajności 58,500 kg. pary na godzinę. Kotłybuduje Huta Witkowice. Turbinę 18,000 kWh dostarczy Pierwsza Brneńska Fabryka Maszyn. Turbina będzie miała urządzenia ogrzewcze i dostarczać będzie pary do ogrzewania wody zasilającej.

KURSY DLA PALACZÓW KOTŁOWYCH.

KURSY W WARSZAWIE

Ze względu na liczne zgłoszenia słuchaczów, Stowarzyszenia Dozoru Kotłów zorganizowało wykłady dla palaczów w Warszawie, które odbywały się codziennie od 6 do 8 wieczorem w Państwowej Szkole Budownictwa Wspólna 81 od 10 do 22 stycznia r. b. włącznie.

Wykłady ilustrowane przezroczami uzupełniono zajęciami praktycznemi i zapoznaniem słuchaczów z różnemi ustrojami kotłów w kotłowniach Stacji Filtrów i Elektrowni Miejskiej w Warszawie.

Na wykłady zgłosiło się 67 palaczów, do egzaminów zaś 63 słuchaczów (4 nie stawiło się z powodu choroby), z których 8 zakwalifikowano do powtórnego egzaminu; pozostali zdali egzaminy:

a) *z wynikiem bardzo dobrym*: 1) Dąbrowski Aleksander, 2) Grodkiewicz Jan, 3) Krysiak Henryk, 4) Piątkowski Stefan, 5) Piotrowski Paulin, 6) Dąbek Marcin, 7) Marton Czesław, 8) Siwik Wacław-Mateusz, 9) Zdunek Józef, 10) Szubert Dominik, 11) Bogdański Adam.

b) *z wynikiem dobrym:* 1) Bytner Adam, 2) Bielawski Bronisław, 3) Dorobek Marcin, 4) Jakubowski Zdzisław, 5) Kłodnicki Stanisław, 6) Łaski Józef, 7) Orzech Władysław, 8) Paćko Jan, 9) Szepke Herman, 10) Śniegocki Tadeusz, 11) Sobczak Jan, 12) Szpakowski Stefan, 13) Tucholski Jan, 14) Urbanowicz Stanisław, 15) Wojtecki Stanisław, 16) Żochowski Bonifacy.

c) *z wynikiem dostatecznym:* 1) Adamusiak Stanisław, 2) Abramczuk Edward, 3) Bytner Józef, 4) Dubaj Bronisław, 5) Frelak Józef, 6) Galarski Aleksander, 7) Kłodnicki Bolesław, 8) Klusiewicz Marjan, 9) Kmiotek Stanisław, 10) Królak Stanisław, 11) Kurkiewicz Stanisław, 12) Lulak Jan, 13) Majewski Karol, 14) Najkowski Szczepan, 15) Mandes Stanisław, 16) Matusiak Władysław, 17) Obiedziński Antoni, 18) Paradowski Piotr, 19) Perajski Józef, 20) Piasecki Jan, 21) Podlaski Józef, 22) Przywózka Stanisław, 23) Rajczak Stanisław, 24) Rustecki Franciszek, 25) Świerczyński Stanisław, 26) Szkuta Mikołaj, 27) Ulmer Władysław, 28) Wiśniewski Adam.

Prosimy o zarezerwowanie dla nas miejsca w dziale ogłoszeniowym

Administracja naszego pisma otrzymała niedawno zlecenie telefoniczne:

„Prosimy o zarezerwowanie dla nas miejsca w dziale ogłoszeń, ponieważ zamierzamy podzielić się z czytelnikami *Techniki Cieplnej* bardzo dla nich ciekawą wiadomością".

Jednocześnie poczta przyniosła nam szereg listów.
Pierwszy z nich donosi nam co następuje:

„Zdobyliśmy szereg bardzo ciekawych zdjęć z wykonanych przez nas siłowni, któremi pragniemy zilustrować nasze ogłoszenia w Ich piśmie".
Inny list stwierdza, że:

„najbliższe nasze ogłoszenie zapoczątkuje cały cykl ogłoszeń w których przedstawimy czytelnikom *Techniki Cieplnej* całokształt produkcji naszych zakładów".

Oto codzienne dowody jak dalece, umiejętnie redagowane i systematyczne ogłoszenia przyczynić się mogą do ułatwienia zadania kierownika ruchu wobec potrzeby podniesienia sprawności powierzonej jego pieczy instalacji i do uzyskania możliwie największej korzyści z każdego wydanego na to grosza.
Czy zdajecie sobie sprawę ze znaczenia naszego działu ogłoszeniowego?

Druk A. Michalskiego, sp. z o. o., Warszawa, Chmielna 27. Telefon 27-15.